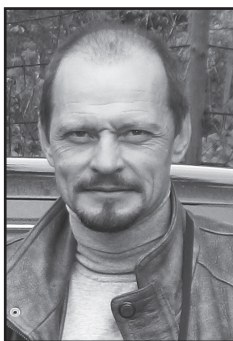




Автоматизированные посты наблюдений за деформациями насыпей



Андрей САВИН

Andrey N. SAVIN

В статье дана характеристика деформируемости длительно эксплуатируемых высоких насыпей железных дорог. Рассмотрены существующие способы контроля за их состоянием. Даны предложения по организации постоянных автоматизированных постов режимных наблюдений за деформациями откосов насыпей с применением глубинных грунтовых реперов на базе инклинометров ПИН.

Ключевые слова: железная дорога, высокие насыпи, деформации откосов, режимные наблюдения, автоматизация, постоянные посты.

Савин Андрей Николаевич — кандидат технических наук, старший научный сотрудник путеиспытательной лаборатории кафедры «Путь и путевое хозяйство» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).

Длительно эксплуатируемые высокие насыпи являются одним из самых сложных и поражаемых деформациями типов земляного полотна. Существенное изменение их первоначальных (проектных) геометрических размеров приводит к образованию дефектов в виде зауженной основной площадки (часто с наличием балластных углублений) и завышенной крутизны откосов, нередко с развитыми балластными шлейфами.

Высокие насыпи обычно предрасположены к возникновению сплывов и оползанию их откосных частей. На сети железных дорог ОАО «РЖД» ежегодно фиксируется несколько случаев подобных деформаций, приводящих к ограничению скоростей, а то и перерывам в движении поездов.

В рамках решения проблемы эксплуатации надежности железнодорожного полотна в МИИТ разработаны «Методика диагностики состояния высоких насыпей с прогнозом возможности деформаций» [1] и «Технологический регламент диагностики и режимных наблюдений объектов земляного полотна для постоянной эксплуатации» [2], который в последние годы успешно реализуется на сети железных дорог.

Этими нормативными документами предусматривается проведение мониторинга высоких насыпей, в составе которого должны присутствовать режимные наблюдения, обеспечивающие получение данных о текущем состоянии деформирующихся и потенциально опасных объектов. Отсутствие режимных наблюдений приводит к остановке процесса мониторинга, а принятие обоснованных решений по управлению состоянием объектов становится невозможным.

В настоящее время для контроля осадочных и сдвиговых деформаций откосных частей высоких насыпей применяются глубинные тросовые и тензометрические грунтовые реперы (рис. 1 и 2).

Глубинные грунтовые реперы нашли широкое применение на ряде отечественных дорог. Так, на Московской железной дороге подобными реперами оборудовано около 150 деформирующихся и потенциально опасных насыпей, наблюдение за состоянием которых осуществляют дистанции пути.

К основным недостаткам существующей системы режимных наблюдений по глубинным грунтовым реперам следует отнести значительные временные затраты работников дистанций пути при проведении сопутствующих процедур и возможность пропуска периода активизации деформаций откосов. Кроме того, проведение наблюдений по тензометрическим реперам трудоемко и требует применения специальных приспособлений, а при значительном перегибе используемой при этом трубки дальнейшие операции с такими реперами невозможны.

Учитывая данные положения, предлагается использовать глубинные грунтовые реперы новой конструкции, в основе ко-

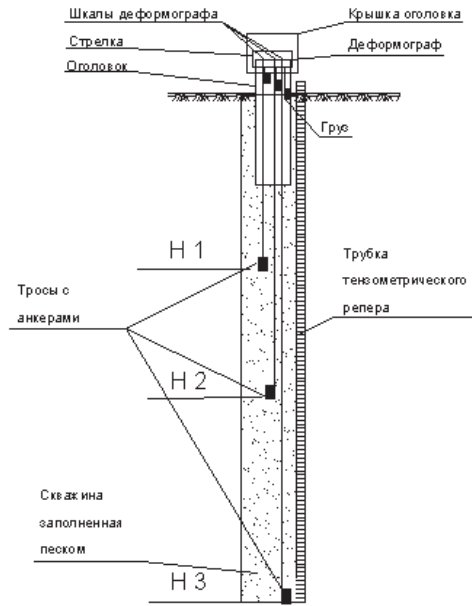


Рис. 1. Схема установки глубинных реперов в грунтовом массиве.

торой лежит применение инклинометров с цифровым выходом ПИН [3].

Глубинный репер на базе датчиков ПИН устанавливается в скважине, пробуренной в теле насыпи (рис. 3), и состоит из зондовой длины, связанных тросами и помещенных в гибкую обсадную трубу, которая в процессе наблюдений повторяет возможные искривления буровой скважины. В каждом зонде размещен двухосевой датчик с модулем определения ориентации осей относительно сторон света. Данные инклинометров позволяют получить 3-D профиль скважины.

При этом инклинометр ПИН обеспечивает [3]:

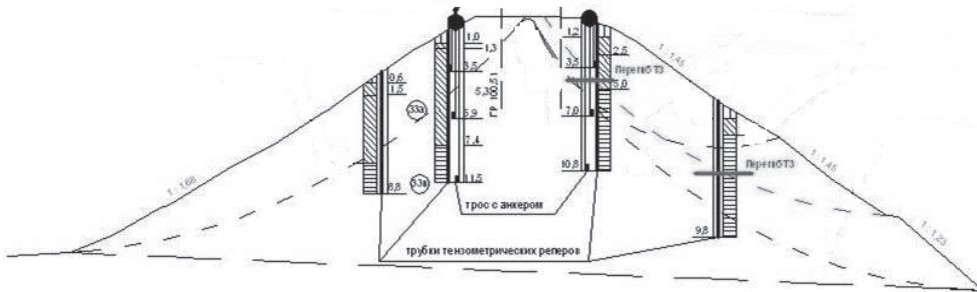


Рис. 2. Схема установки глубинных грунтовых реперов в поперечном сечении высокой насыпи.



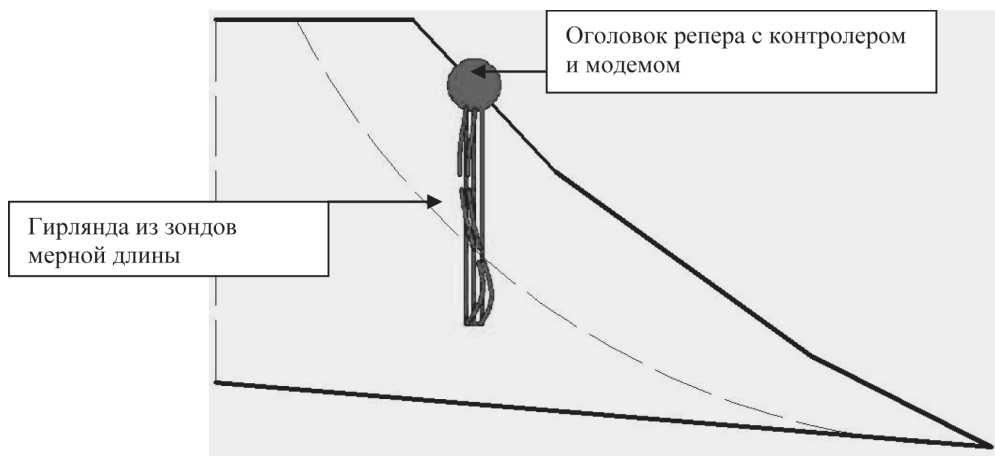


Рис. 3. Схема установки репера с датчиками ПИН в теле насыпи.



Рис. 4. Схема постоянного автоматизированного поста режимных наблюдений за деформациями откосов насыпей.

— регистрацию результатов измерений и сохранение значений в архиве блока контроллера прибора;

— статистическую обработку результатов измерений и регистрации выхода значений контролируемых углов за пределы установок;

— долговременное автономное измерение углов наклона по заданной программе с ведением архива получаемых результатов;

— обмен информацией с внешними устройствами по последовательному интерфейсу с возможностью объединения приборов в локальную сеть.

Встроенный контроллер прибора дает возможность программировать периодичность измерений в диапазоне от одной минуты до одного месяца, при ёмкости кольцевого архива данных до 4500 записей.

Применение глубинных грунтовых реперов на базе инклинометров ПИН позволяет организовать постоянные автоматизированные посты режимных наблюдений за деформациями откосных частей насыпей (рис. 4).

Организация таких постов включает в себя следующие этапы.

1. В процессе диагностирования высо-

ких насыпей, проведенного в соответствии с положениями технологического регламента [2], производится выбор деформирующихся и потенциально опасных объектов, за состоянием которых должны быть установлены режимные наблюдения.

2. На основании результатов расчетов общей и местной устойчивости откосов выделенных насыпей разрабатывается проект организации поста режимных наблюдений. При этом должны быть определены наиболее опасные с точки зрения возникновения оползневых деформаций поперечные сечения насыпи, а также необходимое количество, места и глубины установки грунтовых реперов.

3. В зависимости от протяжения участка насыпи, плана и профиля пути производится выбор места устройства коммуникационного центра, оборудованного приемопередающим модемом и обеспечивающего сбор данных с контроллеров инклинометров ПИН глубинных грунтовых реперов.

Функционирование поста режимных наблюдений может осуществляться в трех режимах.

В *ручном*, когда съем данных осуществляется оператором непосредственно на объекте — например, при определении работоспособности или программировании оборудования.

В *штатном* режиме, когда идет считывание архивов данных с контроллеров инклинометров глубинных грунтовых реперов вагоном-путьеизмерителем, оборудованном радиомодемом. В момент приближения путьеизмерителя к участку насыпи посылается сигнал, инициирующий переход модемов контроллеров глубинных реперов в режим передачи данных, а после их получения — сигнал к переходу в энергосберегающий режим.

В режиме *«тревожных сообщений»*, когда происходит передача инициативного сигнала с датчика глубинного грунтового репера через коммуникационный центр поста в центр сбора информации — например, в дорожный центр диагностики пути о выходе измеряемых параметров за установленные пороговые пределы, то есть о возникновении деформаций откоса насыпи.

Организация постоянных автоматизированных постов режимных наблюдений, если суммировать их потенциал, может позволить:

- своевременно получать достоверную и объективную информацию о состоянии откосных частей высоких насыпей в режиме реального времени;
- практически исключить влияние человеческого фактора на результаты режимных наблюдений;
- формировать представительные объемы данных, которые могут быть использованы при разработке проектов усиления насыпей;
- разрабатывать обоснованные сценарии по управлению состоянием насыпей с учетом оценки их эксплуатационной надежности, в том числе за счет получения «тревожных сообщений».

ЛИТЕРАТУРА

1. Методика диагностики состояния высоких насыпей с прогнозом возможности деформаций/ОАО «РЖД», МИИТ. — М., 2007.

2. Технологический регламент диагностики и режимных наблюдений объектов земляного полотна для постоянной эксплуатации/ОАО «РЖД», МИИТ. — М., 2007.

3. Алипов С. П., Малинин И. Ю., Мурашев Ю. А., Савин А. Н. Разработка и применение современных автоматизированных систем измерений при режимных наблюдениях за состоянием объектов земляного полотна железнодорожного пути//Труды девятой научно-технической конференции «Современные проблемы проектирования, строительства и эксплуатации железнодорожного пути». — М.: МИИТ, 2012. ●

AUTOMATED POSTS TO OBSERVE DEFORMATION OF EMBANKMENTS

Savin, Andrey N. — Ph. D. (Tech), senior researcher of track testing laboratory of the department of track and track facilities of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

The author defines deformability of railway high embankments under continuous service, describes the existing modes used to control their conditions, proposes to use permanent automated posts to survey the regimes of deformation of embankment slope with the help of subsurface ground bench marks on the basis of PIN inclinometers.

Key words: railway, high embankments, slope deformations, regime survey, automation, permanent posts.

Координаты автора (contact information): Савин А. Н. — nppkondor@yandex.ru.

